



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

21 Aktenzeichen: 100 43 688.9
22 Anmeldetag: 4. 9. 2000
43 Offenlegungstag: 14. 3. 2002

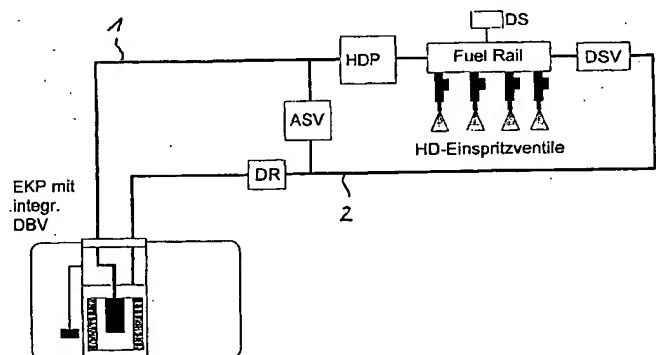
71 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:
Joos, Klaus, 74399 Walheim, DE; Wolber, Jens,
70839 Gerlingen, DE; Frenz, Thomas, Dr., 86720
Nördlingen, DE; Schaut, Edmund, 71292
Friedzheim, DE; Mueller, Uwe, 71282 Hemmingen,
DE; Amler, Markus, 71229 Leonberg, DE; Bochum,
Hansjoerg, Dr., Farmington Hills, US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren zur Diagnose eines Ventils in einem Kraftstoffversorgungssystem einer Brennkraftmaschine

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Diagnose eines Ventils in einem Kraftstoffversorgungssystem einer Brennkraftmaschine, wobei mit einer ersten Pumpe Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter in eine erste Kraftstoffleitung in einem ersten Druckbereich befördert wird. Der Kraftstoff wird mittels einer zweiten Pumpe aus dem ersten Druckbereich in einen Druckspeicher im zweiten Druckbereich befördert, wobei der Kraftstoffdruck in dem Druckspeicher mittels eines Drucksensors bestimmt wird. Mit einem Druckregel- und/oder Drucksteuermittel wird der Druck im zweiten Druckbereich geregelt und/oder gesteuert, wobei der Kraftstoff aus dem zweiten Druckbereich über das Druckregel- und/oder Drucksteuermittel in eine zweite Kraftstoffleitung im ersten Druckbereich abfließt. Das Ventil verbindet die erste Kraftstoffleitung und die zweite Kraftstoffleitung in einem geschlossenen Zustand und unterbricht in einem geöffneten Zustand die Verbindung. Die Erfindung betrifft ebenfalls ein entsprechendes Diagnosesystem zur Diagnose eines Ventils in einem Kraftstoffversorgungssystem einer Brennkraftmaschine, ein entsprechendes Steuergerät für eine Brennkraftmaschine, ein entsprechendes Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln und ein entsprechendes Computerprogrammprodukt mit Programmcode-Mitteln.



[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Diagnose eines Ventils in einem Kraftstoffversorgungssystem einer Brennkraftmaschine, wobei mit einer ersten Pumpe Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter in eine erste Kraftstoffleitung in einem ersten Druckbereich befördert wird. Der Kraftstoff wird mittels einer zweiten Pumpe aus dem ersten Druckbereich in einen Druckspeicher im zweiten Druckbereich befördert wird, wobei der Kraftstoffdruck in dem Druckspeicher mittels eines Drucksensors bestimmt wird. Mit einem Druckregel- und/oder Drucksteuermittel wird der Druck im zweiten Druckbereich geregelt und/oder gesteuert, wobei der Kraftstoff aus dem zweiten Druckbereich über das Druckregel- und/oder Drucksteuermittel in eine zweite Kraftstoffleitung im ersten Druckbereich abfließt. Das Ventil verbindet die erste Kraftstoffleitung und die zweite Kraftstoffleitung in einem geschlossenen Zustand und unterbricht in einem geöffneten Zustand die Verbindung. Die Erfindung betrifft ebenfalls ein entsprechendes Diagnosesystem zur Diagnose eines Ventils in einem Kraftstoffversorgungssystem einer Brennkraftmaschine, ein entsprechendes Steuergerät für eine Brennkraftmaschine, ein entsprechendes Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln und ein entsprechendes Computerprogrammprodukt mit Programmcode-Mitteln.

Stand der Technik

[0002] Es ist bekannt, ein gattungsgemäßes Ventil in einem Kraftstoffversorgungssystem einer elektrischen Diagnose zu unterziehen, wobei verschiedene Fehler bestimmt werden können. Diese Fehler sind unter anderem ein Kabelabfall, ein Kurzschluß nach Masse und ein Kurzschluß zur Batteriespannung.

Aufgabe der Erfindung

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Diagnose eines Ventils in einem Kraftstoffversorgungssystem einer Brennkraftmaschine und ein entsprechendes Diagnosesystem der eingangs genannten Art zu verbessern. Diese Aufgabe wird durch die in den unabhängigen Ansprüchen gekennzeichneten Merkmale gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0004] Ein Verfahren zur Diagnose eines Ventils in einem Kraftstoffversorgungssystem einer Brennkraftmaschine, wobei mit einer ersten Pumpe Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter in eine erste Kraftstoffleitung in einem ersten Druckbereich befördert wird, wobei der Kraftstoff mittels einer zweiten Pumpe aus dem ersten Druckbereich in einen Druckspeicher im zweiten Druckbereich befördert wird, wobei der Kraftstoffdruck in dem Druckspeicher mittels eines Drucksensors bestimmt wird, wobei mit einem Druckregel- und/oder Drucksteuermittel der Druck im zweiten Druckbereich regel- und/oder steuerbar ist, wobei der Kraftstoff aus dem zweiten Druckbereich über das Druckregel- und/oder Drucksteuermittel in eine zweite Kraftstoffleitung im ersten Druckbereich abfließt, wobei das Ventil die erste Kraftstoffleitung und die zweite Kraftstoffleitung in einem geschlossenen Zustand verbindet und in einem geöffneten Zustand die Verbindung unterbricht, ist gegenüber dem Stand der Technik dadurch weitergebildet, dass wenigstens die Ventilstellung verändert wird, dass wenigstens vor und nach der Ventilverstellung der Kraftstoffdruck im Druckspeicher erfasst wird und dass aus den erfassten Druckdaten auf einen Fehlerzustand des Ventils geschlossen

wird. Diese erfindungsgemäße Weiterbildung gegenüber dem Stand der Technik weist den großen Vorteil auf, daß eine zuverlässige Diagnose des Ventils möglich ist, ohne eine zusätzliche Hardware-Sensorik in die Brennkraftmaschine zu integrieren. Insbesondere können Fehlerzustände (in geöffnetem, geschlossenem oder beliebigem Zustand klemmende Ventile) erkannt werden, die mit einer Diagnose nach dem Stand der Technik nicht erkannt werden können.

[0005] Von besonderer Bedeutung ist die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Form eines Steuergerätes für eine Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs. Hierbei sind Mittel zur Durchführung der Schritte des zuvor beschriebenen Verfahrens vorgesehen.

[0006] Von besonderer Bedeutung sind weiterhin die Realisierungen in Form eines Computerprogramms mit Programmcode-Mitteln und in Form eines Computerprogrammprodukts mit Programmcode-Mitteln. Das erfindungsgemäße Computerprogramm weist Programmcode-Mittel auf, um alle Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens durchzuführen, wenn das Programm auf einem Computer, insbesondere einem Steuergerät für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs, ausgeführt wird. In diesem Fall wird also die Erfindung durch ein in dem Steuergerät abgespeichertes Programm realisiert, so dass dieses mit dem Programm versehene Steuergerät in gleicher Weise die Erfindung darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das Programm geeignet ist. Das erfindungsgemäße Computerprogrammprodukt weist Programmcode-Mittel auf, die auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert sind, um das erfindungsgemäße Verfahren durchzuführen, wenn das Programmprodukt auf einem Computer, insbesondere einem Steuergerät für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs ausgeführt wird. In diesem Fall wird also die Erfindung durch einen Datenträger realisiert, so dass das erfindungsgemäße Verfahren ausgeführt werden kann, wenn das Programmprodukt bzw. der Datenträger in ein Steuergerät für eine Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs integriert wird. Als Datenträger bzw. als Computerprogrammprodukt kann insbesondere ein elektrisches Speichermedium zur Anwendung kommen, beispielsweise ein Read-Only-Memory (ROM), ein EPROM oder auch ein elektrischer Permanentenspeicher wie beispielsweise eine CD-ROM oder DVD.

[0007] Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den nachfolgenden Figuren dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. ihrer Darstellung in der Zeichnung.

Ausführungsbeispiel

[0008] Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert.

[0009] Es zeigt Fig. 1 ein gattungsgemäßes Kraftstoffversorgungssystem einer Brennkraftmaschine, die Fig. 2a, 2b und 2c zeigen Messwerte bei der Ausführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens und Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Diagnose eines Ventils in einem Kraftstoffversorgungssystem einer Brennkraftmaschine.

[0010] Fig. 1 zeigt ein gattungsgemäßes Kraftstoffversorgungssystem. Ausgehend von einem Kraftstoffvorratsbehälter (Tank) wird mit einer Elektrokraftstoffpumpe EKP der

Kraftstoff aus dem Tank in eine erste Kraftstoffleitung 1 befördert. In die Elektrokraftstoffpumpe EKP ist hierbei ein Druckbegrenzungsventil DBV integriert. Der von der Elektrokraftstoffpumpe EKP in den ersten Druckbereich 1 beförderte Kraftstoff wird mittels einer Hochdruckpumpe HDP aus dem ersten Druckbereich 1 in einen Druckspeicher Fuel Rail befördert. In dem Druckspeicher Fuel Rail ist ein Drucksensor DS angeordnet, der Druckwerte aus dem zweiten Druckbereich bzw. dem Druckspeicher Fuel Rail erfasst und diese Druckdaten an ein in Fig. 1 nicht dargestelltes Motorsteuergerät weiterleitet. Anhand der vom Drucksensor erfassten Messwerte wird das Steuergerät das erfindungsgemäße Verfahren zur Diagnose eines Ventils in einem Kraftstoffversorgungssystem einer Brennkraftmaschine ausführen, was im Folgenden im Rahmen der Fig. 2a, 2b, 2c und Fig. 3 dargelegt wird. In dem zweiten Druckbereich, bzw. unmittelbar am Druckspeicher Fuel Rail angeordnet, befindet sich ein Druckregel- und/oder Drucksteuermittel DSV, mittels dem der Druck im zweiten Druckbereich bzw. im Druckspeicher Fuel Rail regel- und/oder steuerbar ist. In diesem Ausführungsbeispiel ist das Druckregel- und/oder Drucksteuermittel als ein Drucksteuerventil DSV ausgeführt, das von dem Motorsteuergerät angesteuert wird. Der Kraftstoff, der aus dem Druckspeicher Fuel Rail über das Druckregel- und/oder Drucksteuermittel DSV bzw. das Drucksteuerventil DSV strömt, gelangt in eine zweite Kraftstoffleitung 2, bzw. zurück in den ersten Druckbereich. Im weiteren Verlauf der zweiten Kraftstoffleitung 2 ist ein Druckregler DR angeordnet, bevor der Kraftstoff zurück in den Tank gelangt. Zwischen der ersten Kraftstoffleitung 1 und der zweiten Kraftstoffleitung 2 ist ein Absperrventil ASV angeordnet, das in geschlossenem Zustand die Kraftstoffleitungen 1 und 2 verbindet, während das ASV in einem geöffneten Zustand die Verbindung unterbricht. Wird bei der Auslegung des Kraftstoffversorgungssystems das Druckbegrenzungsventil, das in die Elektrokraftstoffpumpe EKP integriert ist, so dimensioniert, dass das Druckbegrenzungsventil DBV einen höheren Druckansprechwert hat als der in die Kraftstoffleitung 2 integrierte Druckregler DR, so stellt sich die Funktion des Absperrventils ASV wie folgt dar:

[0011] Wird das Absperrventil ASV geöffnet, ist der Druckregler DR das Mittel, das den Druck im ersten Druckbereich bestimmt. Dieser Druck im ersten Druckbereich stellt gleichzeitig den Vordruck für die Hochdruckpumpe HDP dar, die den Kraftstoff aus dem ersten Druckbereich in den zweiten Druckbereich befördert.

[0012] Wird hingegen das Absperrventil geschlossen, ist das maßgebliche Mittel, das für die Druckeinstellung im ersten Druckbereich verantwortlich ist, das Druckbegrenzungsventil DBV, das in die Elektrokraftstoffpumpe EKP integriert ist.

[0013] Bei betriebswarmem Motor, was im Weiteren als Normalzustand der Brennkraftmaschine angesehen wird, ist das Absperrventil geöffnet und der Druck im ersten Druckbereich wird durch den Druckregler DR in Kraftstoffleitung 2 bestimmt. Das Druckbegrenzungsventil DBV, das in die Elektrokraftstoffpumpe EKP integriert ist, ist in diesem Fall ohne Funktion. In bestimmten Ausnahmesituationen, wie beispielsweise bei einem Kaltstart oder einem Heißstart, ist eine zeitweise Druckerhöhung im ersten Druckbereich bzw. eine Druckerhöhung des Vordrucks der Hochdruckpumpe HDP erforderlich. In diesem Ausnahmestand ist das Absperrventil ASV geschlossen und das Druckbegrenzungsventil DBV in der Elektrokraftstoffpumpe EKP spricht an. Auf diese Weise wird ein höherer Vordruck für die Hochdruckpumpe HDP realisiert. Insbesondere in Heißstart- und Heißleerlaufsituationen verhindert bzw. vermindert dieser erhöhte Vordruck die Bildung von Dampfblasen im heißen

Kraftstoffsystem, insbesondere in der Hochdruckpumpe HDP.

[0014] Eine Diagnose des Absperrventils ASV entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren, das in den weiteren Figuren erläutert wird, erhöht die Betriebssicherheit des Kraftstoffversorgungssystems deutlich. Sollte die Diagnose nicht durchgeführt werden, könnten beispielsweise folgende Fehler nicht festgestellt werden:

1. Das Absperrventil ASV klemmt in geöffnetem Zustand. In diesem Zustand ist keine Druckerhöhung im ersten Druckbereich mehr möglich, was zu einer Dampfblasenbildung beim Heißstart und Heißleerlauf im Kraftstoffversorgungssystem führen kann. Im schlimmsten Fall kann es durch die Dampfblasenbildung zu einer Verhinderung des Hochdruckaufbaus kommen, wodurch die benötigten Kraftstoffmengen nicht mehr zugemessen werden können, das Gemisch magert aus und die Abgase verschlechtern sich. Im schlimmsten Fall würde der Motor des Kraftfahrzeugs ausgehen.
2. Das Absperrventil ASV klemmt im geschlossenen Zustand. Dieser Zustand hätte die Folge, dass das Kraftstoffversorgungssystem ständig mit hohem Vordruck betrieben wird. Dies führt insbesondere zu einem erhöhten Verschleiß der Elektrokraftstoffpumpe EKP, was wiederum die Lebensdauer der Elektrokraftstoffpumpe EKP deutlich verringert. Es kann unter Umständen vorkommen, dass die Elektrokraftstoffpumpe EKP bei permanent erhöhtem Druck die Volllastmenge nicht mehr fördern kann, wodurch der Vordruck einbrechen kann. Zudem führt der ständige Betrieb mit hohem Vordruck zu einer erhöhten Geräuschentwicklung und zu einem erhöhten Verschleiß der Dichtungen an der Hochdruckpumpe HDP.

[0015] Diese Fehlerzustände können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Diagnose eines Ventils zuverlässig detektiert werden, was eine Voraussetzung für die Einleitung von Gegenmaßnahmen ist.

[0016] Die Fig. 2a, 2b und 2c zeigen Messwerte bei der Auswertung bzw. der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Diagnose eines Absperrventils ASV in einem Kraftstoffversorgungssystem einer Brennkraftmaschine.

[0017] Fig. 2a zeigt den zeitlichen Verlauf des Tastverhältnisses t_{adv} des Drucksteuerventils DSV entsprechend Fig. 1. Das Tastverhältnis kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen, wobei 1 bedeutet, dass das Tastverhältnis des Drucksteuerventils DSV 100% ist bzw. dass das Drucksteuerventil DSV vollständig in geöffnetem Zustand betrieben wird, was in der Darstellung nach Fig. 2a über den gesamten Zeitverlauf hinweg der Fall ist.

[0018] In Fig. 2b ist der zeitliche Verlauf des Kraftstoffdrucks im Druckspeicher Fuel Rail dargestellt. Der Kraftstoffdruck p_{prist} wird entsprechend Fig. 1 mit dem Drucksensor DS erfasst und an ein in Fig. 1 nicht dargestelltes Motorsteuergerät übermittelt.

[0019] Fig. 2c zeigt den zeitlichen Verlauf der Motordrehzahl n_{mot} .

[0020] Die in den Fig. 2a, 2b und 2c dargestellten Messwerte sind während eines Schubbetriebs aufgenommen worden. Das erfindungsgemäße Verfahren wird im Folgenden anhand der in den Figuren gekennzeichneten Zeitpunkte t_1 bis t_{11} erläutert.

[0021] Zu den Zeitpunkten t_1 , t_2 und t_3 wird bei geöffnetem Absperrventil ASV der Druck im Druckspeicher Fuel Rail gemessen. Diese Druckwerte werden an das Motorsteuer-

ergerät übermittelt, das aus den gemessenen Druckwerten einen Mittelwert bildet. Zum Zeitpunkt t4 wird das Absperrventil ASV angesteuert, um das Absperrventil ASV in einen geschlossenen Zustand zu überführen. Die Zeitpunkte t5, t6 und t7 entsprechen einer Wartezeit, die verfahrensbedingt abgewartet werden muss, bis sich der Druck im Fuel Rail durch das geschlossene Absperrventil ASV erhöht hat. Nach erfolgter Druckerhöhung werden zu den Zeitpunkten t8, t9 und t10 wiederum Druckwerte mit dem Drucksensor DS erfasst und ebenfalls an das Motorsteuergerät übermittelt. Das Motorsteuergerät bildet nun aus diesen Druckwerten ebenfalls einen Mittelwert. Es kann nun durch das Motorsteuergerät überprüft werden, ob die Differenz bzw. der Betrag der Differenz zwischen denen zu den Zeitpunkten t1, t2, t3 und zu den Zeitpunkten t8, t9, t10 gemessenen Druckwerten einen applizierbaren Schwellwert überschreitet. Überschreitet die Differenz bzw. der Betrag einen applizierten Schwellwert, so kann auf eine ordnungsgemäße Funktion des Absperrventils geschlossen werden. Zum Zeitpunkt t11 wird das Absperrventil ASV geöffnet und das Diagnoseverfahren ist beendet.

[0022] Das Grundprinzip des Diagnoseverfahrens besteht darin, dass durch das geöffnete Drucksteuerventil DSV, nach einer hinreichend langen Wartezeit bzw. einer Zeit des Druckabbaus im Fuel Rail, im Kraftstoffspeicher Fuel Rail praktisch der Druck des ersten Druckbereichs herrscht.

[0023] Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Diagnose eines Ventils in einem Kraftstoffversorgungssystem einer Brennkraftmaschine. In einem Schritt 301 wird zunächst überprüft, ob die Bedingungen für den Start des Diagnosesystems erfüllt sind. Nur wenn diese Bedingungen erfüllt sind, wird das Verfahren fortgesetzt; ansonsten wird weiterhin überprüft, ob die Bedingungen für die Diagnose vorliegen. Die Brennkraftmaschine muss sich zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Diagnose des Absperrventils in einem vorbestimmten Betriebszustand befinden. Dies kann neben dem Zustand des Schubabschaltens beispielsweise der Start der Brennkraftmaschine, der Leerlauf, der Vorlauf der Elektrokraftstoffpumpe oder auch die Zeit während eines Steuergerätenachlaufs nach Abstellen der Brennkraftmaschine sein.

[0024] Zusätzlich zu den genannten Bedingungen für die Diagnosefreigabe ist es erforderlich, dass die Motortemperatur größer als ein applizierbarer Schwellwert ist und dass die Motordrehzahl kleiner als ein bestimmter Schwellwert ist. Letzteres, dass also die Motordrehzahl kleiner als ein bestimmter Schwellwert ist, ist erforderlich, damit der Staudruck am Drucksteuerventil DSV, der drehzahlabhängig ist, deutlich geringer sein muss als der Kraftstoffdruck bei geschlossenem Absperrventil ASV, damit ein Druckhub beim Schalten des Absperrventils gemessen werden kann.

[0025] Sind diese Bedingungen erfüllt, schreitet das Verfahren zu einem Schritt 302 fort, in dem das Drucksteuerventil DSV geöffnet wird. Weiterhin wird in Schritt 302 eine hinreichend lange Zeit abgewartet, bis sich der Druck im Druckspeicher Fuel Rail durch das geöffnete Drucksteuerventil DSV näherungsweise dem Vordruck angenähert hat. Ist dies geschehen, wird in Schritt 303 das Absperrventil ASV geöffnet. Im Schritt 304 werden einer oder mehrere Druckwerte mit dem Drucksensor DS im Druckspeicher erfasst, was praktisch einer Vordruckmessung entspricht. In der Fig. 3 sind die wiederholten bzw. mehrfachen Messungen durch eine gestrichelte Linie angedeutet. Bei der Erfassung mehrerer Messwerte wird zweckmäßiger Weise eine Mittelwertbildung der Messdaten durchgeführt. Die Mittelwertbildung hat den Vorteil, dass auch dann Messwerte verglichen werden können, wenn unterschiedliche Anzahlen

von Messwerten vorliegen. Nachdem im Schritt 304 wenigstens ein Messwert des Vordrucks bei geöffnetem Absperrventil ASV erfasst worden ist, schreitet das Verfahren zum Schritt 305 weiter. Im Schritt 305 wird das Absperrventil geschlossen. Im anschließenden Schritt 306 wird eine Zeitschleife durchlaufen, die so dimensioniert ist, dass sich durch das geschlossene Absperrventil ASV der Vordruck erhöhen kann. Diese Zeit entspricht den Zeitpunkten t5, t6 und t7 nach Fig. 2b.

[0026] Nach Durchlauf der Zeitschleife in Schritt 306 schreitet das Verfahren mit Schritt 307 fort. In Schritt 307 wird analog zum Schritt 304 einer oder mehrere Druckwerte im Druckspeicher Fuel Rail mittels des Drucksensors DS erfasst und an ein Motorsteuergerät übermittelt. Im Motorsteuergerät wird auch hier für den Fall, dass mehrere Messwerte erfasst worden sind, eine Mittelwertbildung durchgeführt. Auch im Schritt 307 ist die Erfassung mehrerer Messwerte durch die gestrichelte Linie angedeutet.

[0027] Im anschließenden Schritt 308 wird die Differenz der erfassten Vordruckwerte nach Schritt 307 und Schritt 304 mit einem applizierbaren Schwellwert verglichen. Der applizierbare Schwellwert wird erfindungsgemäß so gewählt, dass er für den Fall des ordnungsgemäßen Betriebs des Absperrventils ASV sicher überschritten wird.

[0028] Alternative Ausgestaltungen, die ebenfalls im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens liegen, könnten sein, dass zunächst Messwerte bei geschlossenem Absperrventil und erst im Anschluss Messwerte bei einem geöffneten Absperrventil erfasst werden. Neben der Überprüfung, ob ein applizierbarer Schwellwert durch die Differenz bzw. den Betrag der Differenz zwischen den gemessenen Vordrucken überschritten ist, können weitere Auswertungskriterien verwendet werden. An dieser Stelle sei nur beispielhaft die zeitliche Änderung bzw. der Gradient der Druckänderung im Fuel Rail genannt.

[0029] Wird im Schritt 308 festgestellt, dass die Vordruckdifferenz nicht kleiner als ein applizierbarer Schwellwert ist, dass das Absperrventil also eine ordnungsgemäße Funktion aufweist, wird im Schritt 309 festgestellt, dass kein Fehler vorliegt. Nach dem Schritt 309 wird in Schritt 310 das Diagnoseverfahren beendet.

[0030] Nach diesem Schritt 310 kann das Verfahren beispielsweise erneut im Schritt 301 beginnen; auch kann ein Speichereintrag im Steuergerät erfolgen, dass das Absperrventil ASV eine ordnungsgemäße Funktion aufweist.

[0031] Wird hingegen im Schritt 308 festgestellt, dass die Vordruckdifferenz kleiner als der applizierbare Schwellwert ist, so wird auf einen Fehler des Absperrventils ASV geschlossen und es wird im Schritt 311 ein Fehlereintrag in einem Speicher des Steuergeräts vorgenommen. Ein solcher Fehlereintrag kann bei einer Wartung des Kraftfahrzeugs in einer Werkstatt ausgelesen werden, um auch im Nachhinein das Vorliegen des Fehlers bestimmen zu können.

[0032] Im Schritt 312 werden im Anschluss an den Schritt 311 Maßnahmen eingeleitet, die den Fehler zum Einen für den Fahrer des Kraftfahrzeugs visuell oder akustisch zur Anzeige bringen und/oder Maßnahmen in der Motorsteuerung einleiten, die der Fehlfunktion des Absperrventils ASV entgegenwirken. Nach dem Schritt 312 ist auch in diesem Zweig des Verfahrens das Verfahren beendet und schreitet zum Schritt 310 fort, mit dem das Diagnoseverfahren beendet ist.

[0033] In einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es möglich, neben dem Vergleich der Vordruckdifferenz mit einem applizierbaren Schwellwert die Absolutwerte der gemessenen Vordrucke zu bestimmen. Durch diese Maßnahme wäre es möglich, durch das Diagnoseverfahren nicht nur festzustellen, dass das Absperrventil

ASV in seiner Funktion gestört ist, sondern es wäre bestimmbar, ob das Absperrventil ASV im offenen oder geschlossenen Zustand klemmt bzw. defekt ist. Hierbei würden sich beim Klemmen des Absperrventils ASV in geschlossenem Zustand tendenziell höhere Vordruckwerte ergeben als beim Klemmen des Absperrventils im geöffneten Zustand.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Diagnose eines Ventils (ASV) in einem Kraftstoffversorgungssystem einer Brennkraftmaschine, wobei mit einer ersten Pumpe (EKP) Kraftstoff aus einem Kraftstoffvoratsbehälter in eine erste Kraftstoffleitung (1) in einem ersten Druckbereich befördert wird, wobei der Kraftstoff mittels einer zweiten Pumpe (HDP) aus dem ersten Druckbereich in einen Druckspeicher (Fuel Rail) im zweiten Druckbereich befördert wird, wobei der Kraftstoffdruck in dem Druckspeicher (Fuel Rail) mittels eines Drucksensors (DS) bestimmt wird, wobei mit einem Druckregel- und/oder Drucksteuermittel (DSV) der Druck im zweiten Druckbereich regel- und/oder steuerbar ist, wobei der Kraftstoff aus dem zweiten Druckbereich über das Druckregel- und/oder Drucksteuermittel (DSV) in eine zweite Kraftstoffleitung (2) im ersten Druckbereich abfließt, wobei das Ventil (ASV) die erste Kraftstoffleitung (1) und die zweite Kraftstoffleitung (2) in einem geschlossenen Zustand verbindet und in einem geöffneten Zustand die Verbindung unterbricht, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens die Ventilstellung (ASV) verändert wird, dass wenigstens vor und nach der Ventilverstellung (ASV) der Kraftstoffdruck im Druckspeicher (Fuel Rail) erfasst wird und dass aus den erfassten Druckdaten auf einen Fehlerzustand des Ventils (ASV) geschlossen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Diagnoseverfahren nur in bestimmten Betriebszuständen und/oder unter bestimmten Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die bestimmten Betriebszustände wenigstens der Start der Brennkraftmaschine und/oder der Leerlauf der Brennkraftmaschine und/oder die Zeit eines Vorlaufs der ersten Pumpe (EKP) und/oder der Zustand des Schubabschaltens der Brennkraftmaschine und/oder ein Steuergeräte-Nachlauf nach Abstellen der Brennkraftmaschine sind.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die bestimmten Betriebsbedingungen wenigstens eine minimale Motortemperatur und/oder eine maximale Motordrehzahl und/oder ein maximaler Druck im zweiten Druckbereich sind.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass vor Beginn des Diagnoseverfahrens das Druckregel- und/oder Drucksteuermittel (DSV) in einen geöffneten Zustand gebracht wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass nach Öffnung des Druckregel- und/oder Drucksteuermittels (DSV) erst dann die Diagnose ausgeführt wird, wenn der Druck im zweiten Druckbereich näherungsweise den Druckwert des ersten Druckbereichs erreicht hat.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dann auf einen Fehlerzustand des Ventils (ASV) geschlossen wird, wenn die Differenz der vor und nach der Ventilverstellung (ASV) gemessenen Druckwerte einen applizierbaren Schwellenwert über-

schreitet.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass vor und nach der Ventilverstellung (ASV) jeweils eine Mehrzahl von Druckwerten gemessen wird, die jeweils aufsummiert und/oder gemittelt werden.

9. Diagnosesystem zur Diagnose eines Ventils (ASV) in einem Kraftstoffversorgungssystem einer Brennkraftmaschine, wobei mittels einer ersten Pumpe (EKP) Kraftstoff aus einem Kraftstoffvoratsbehälter in eine erste Kraftstoffleitung (1) in einem ersten Druckbereich beförderbar ist, wobei der Kraftstoff mittels einer zweiten Pumpe (HDP) aus dem ersten Druckbereich in einen Druckspeicher (Fuel Rail) im zweiten Druckbereich beförderbar ist, mit einem Drucksensor (DS) zum Bestimmen des Kraftstoffdrucks in dem Druckspeicher (Fuel Rail), mit einem Druckregel- und/oder Drucksteuermittel (DSV) mittels dem der Druck im zweiten Druckbereich regel- und/oder steuerbar ist, wobei das Ventil (ASV) die erste Kraftstoffleitung (1) und die zweite Kraftstoffleitung (2) in einem geschlossenen Zustand verbindet und in einem geöffneten Zustand die Verbindung unterbricht, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens Mittel zur Ventilverstellung (ASV) vorgesehen sind, dass wenigstens Mittel vorgesehen sind, um vor und nach der Ventilverstellung (ASV) den Kraftstoffdruck im Druckspeicher (Fuel Rail) zu erfassen und dass Auswertemittel vorhanden sind, um aus den erfassten Druckdaten auf einen Fehlerzustand des Ventils (ASV) zu schließen.

10. Brennkraftmaschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass in die erste Pumpe (EKP) ein Druckregel- und/oder Druckbegrenzungs- und/oder Drucksteuermittel (DBV) integriert ist, dass in die zweite Kraftstoffleitung (2) ein Druckregel- und/oder Druckbegrenzungs- und/oder Drucksteuermittel (DR) integriert ist und dass das Ventil (ASV) die erste und die zweite Kraftstoffleitung zwischen den Druckbegrenzungs- und/oder Drucksteuermitteln verbindet.

11. Steuergerät für eine Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zur Durchführung der Schritte des Verfahrens nach wenigstens einem der Ansprüche von 1 bis 8 vorhanden sind.

12. Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln, um alle Schritte von jedem beliebigen der Ansprüche 1 bis 8 durchzuführen, wenn das Programm auf einem Computer, insbesondere einem Steuergerät für eine Brennkraftmaschine, ausgeführt wird.

13. Computerprogrammprodukt mit Programmcode-Mitteln, die auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert sind, um das Verfahren nach jedem beliebigen der Ansprüche 1 bis 8 durchzuführen, wenn das Programmprodukt auf einem Computer, insbesondere einem Steuergerät für eine Brennkraftmaschine, ausgeführt wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

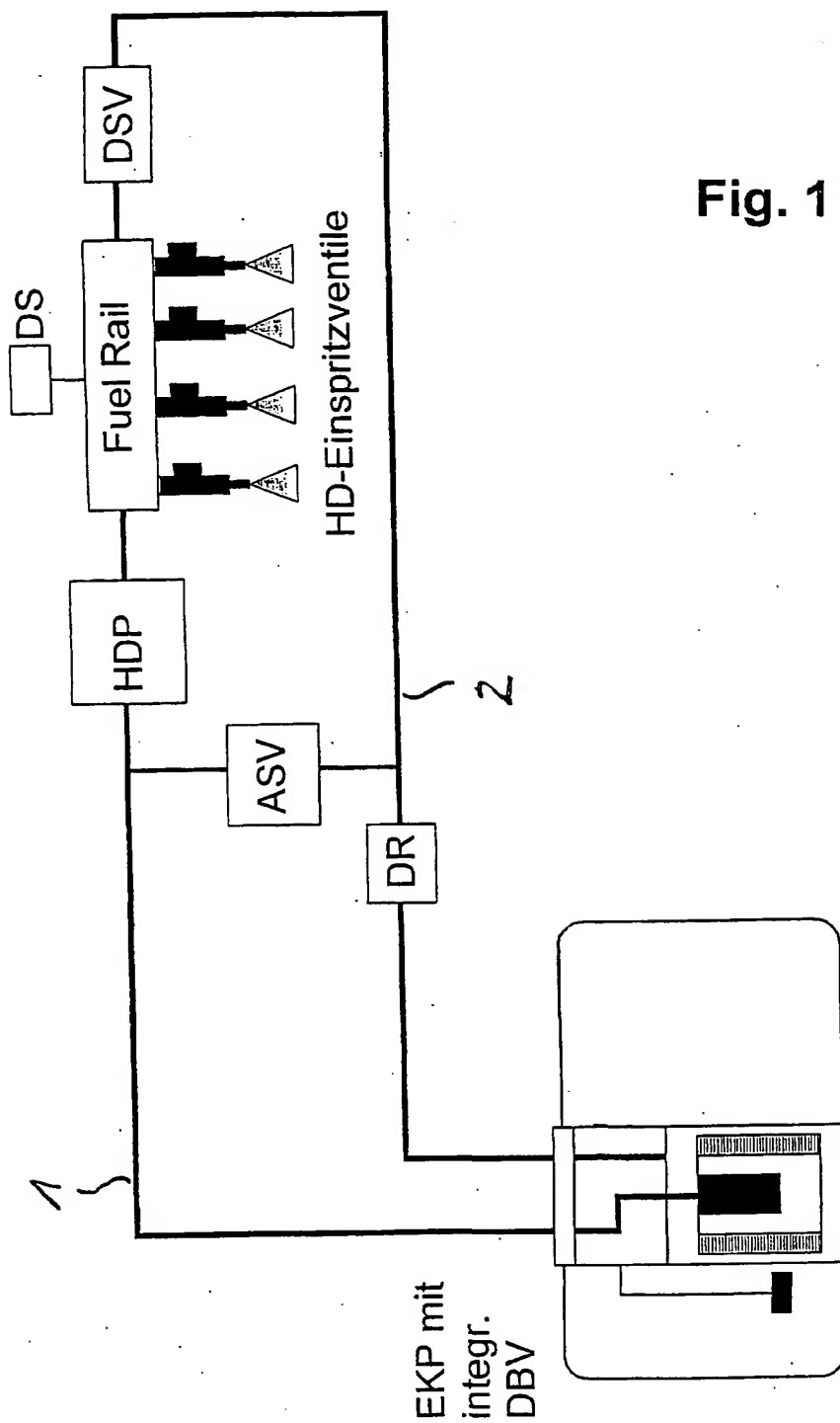


Fig. 1

Fig. 2a

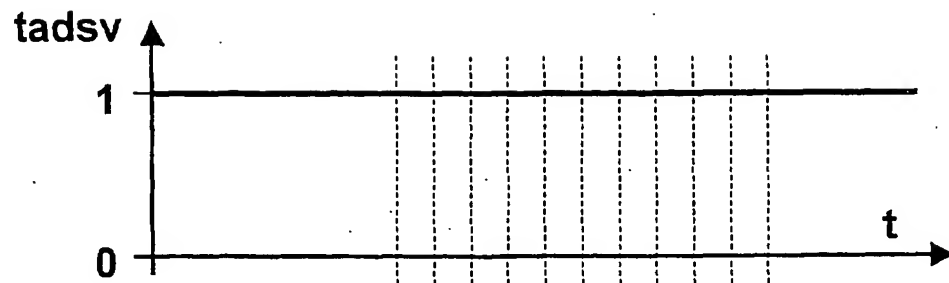


Fig. 2b

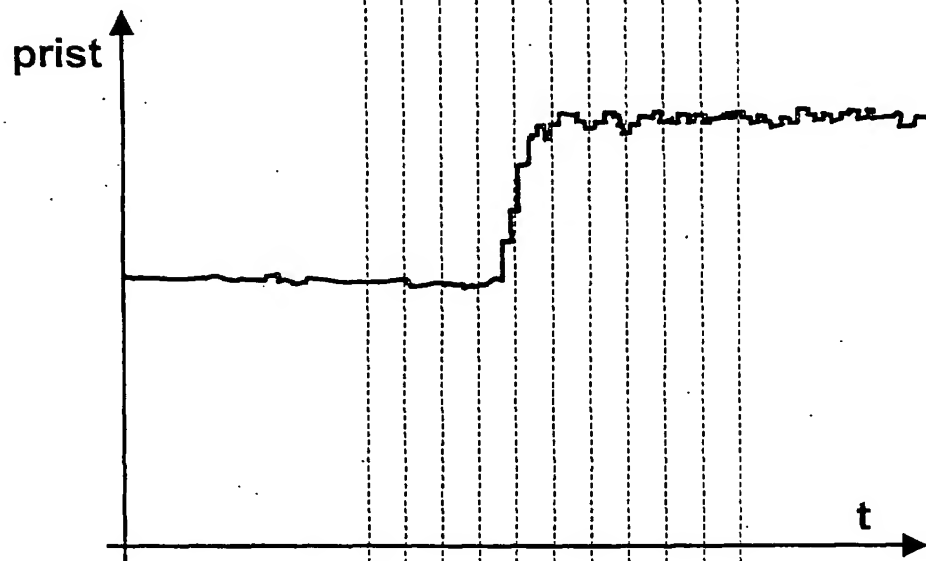


Fig. 2c

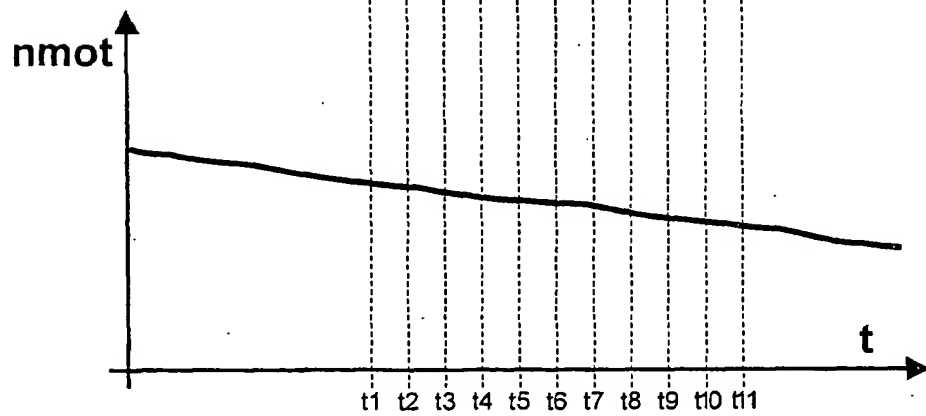


Fig. 3

